La ventilation mécanique des bâtiments résidentiels

À l'attention des chauffagiste

Christophe Delmotte, Ir
Laboratoire Qualité de l'Air et Ventilation
CSTC - Centre Scientifique et Technique de la Construction

Pourquoi ventiler?

"Lorsqu'un certain nombre de personnes sont réunies dans un espace clos, elles éprouvent au bout d'un temps plus ou moins long, un malaise particulier, que l'on ne fait cesser qu'en renouvelant l'air qui les environne.

Ce fait, connu de tout le monde, a pour cause la viciation de l'air"

Louis Figuier, 1869.

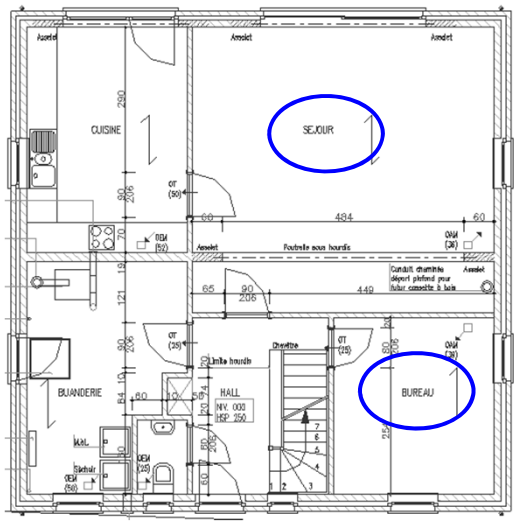
Calcul du débit - Règles de base

Tableau 1 (modifié) – Débits nominaux de ventilation

Local de séjour	3,6 m³/h par m² de superficie de plancher avec un minimum de 75 m³/h. Il ne faut pas dépasser 150 m³/h.
Chambre à coucher Chambre hobby ou étude	3,6 m³/h par m² de superficie de plancher avec un minimum de 25 m³/h. Le débit nominal peut être limité à 72 m³/h
Cuisine Salle de bains Buanderie, local de séchage et espaces analogues	3,6 m³/h par m² de superficie de plancher avec un minimum de 50 m³/h. Il ne faut pas dépasser 75 m³/h.
WC	25 m³/h
Couloirs, escaliers, Hall de jour et de nuit et espaces de passage analogues	3,6 m³/h par m² de superficie de plancher
(1) Pour les cuisines, avec un passage ouvert vers d'autres espaces ou locaux, le débit minimal de ventilation est de 75 m³/h	

Où trouver la norme NBN D 50-001?

Débits de ventilation - Rez



Pulsion d'air frais

Séjour

34.4 m² x 3.6 m³/h.m²

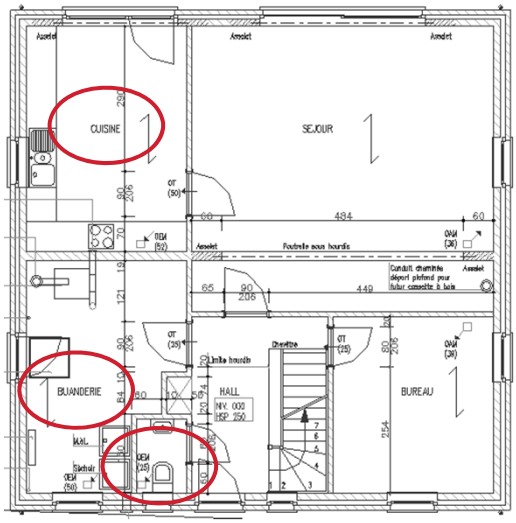
= 124 m³/h

Bureau

11.3 m² x 3.6 m³/h.m²

= 41 m³/h

Débits de ventilation - Rez



Extraction de l'air pollué

Cuisine

14.4 m² x 3.6 m³/h.m²

= 52 m³/h

WC

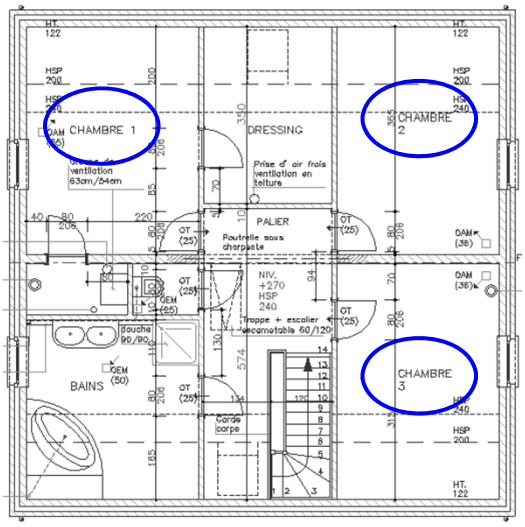
25 m³/h

Buanderie

12.7 m² x 3.6 m³/h.m²

= 46 (min = 50 m³/h)

Débits de ventilation - Etage



Pulsion d'air frais

Chambre 1

15.3 m² x 3.6 m³/h.m²

= 56 m³/h

Chambre 2

14.4 m² x 3.6 m³/h.m²

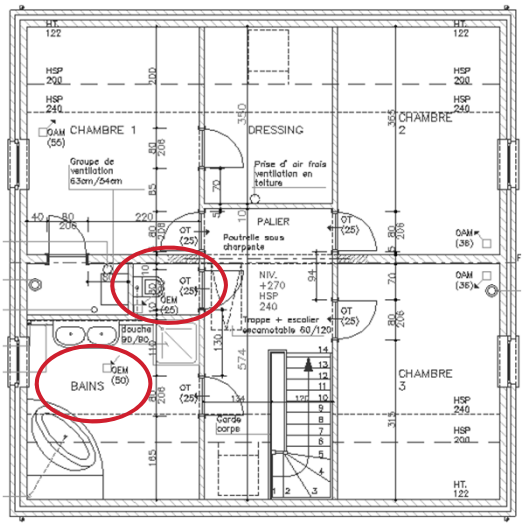
= 52 m³/h

Chambre 3

14.9 m² x 3.6 m³/h.m²

= 54 m³/h

Débits de ventilation - Etage



Évacuation de l'air pollué

Salle de bains

12.1 m² x 3.6 m³/h.m²

= 43 (min = 50 m³/h)

WC

25 m³/h

Équilibrage des débits

Il est nécessaire d'équilibrer les débits

- Total pulsion = 327 m³/h
- Total extraction = 202 m³/h → 327 m³/h

Si on n'équilibre pas

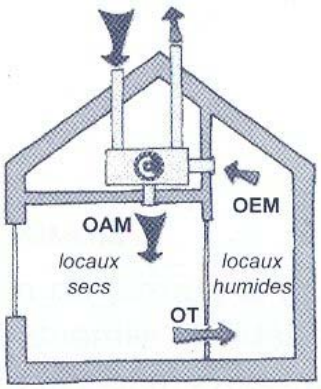
- Perte de rendement de l'échangeur de chaleur
- Air intérieur forcé à sortir par les fuites du bâtiment

Recyclage de l'air

En cas de ventilation mécanique double flux

- Il est permis de recycler l'air des couloirs et des chambres à coucher, d'étude (bureaux) et de hobby vers le séjour
- Le débit d'air frais minimum est la somme des débits nominaux des chambres à coucher, d'étude (bureaux) et de hobby
  - Total pulsion = 203 m³/h
  - Total extraction = 202 m³/h → 203 m³/h
  - Recyclage vers le séjour = 124 m³/h

Ventilation mécanique double flux



Système de type D

Pulsion d'air frais
dans les chambres,
le bureau et le séjour

Extraction de l'air pollué
à partir de la cuisine,
des WC, de la buanderie
et de la salle de bains

Groupe de ventilation

Ventilateurs
- Pulsion
- Extraction

Echangeur de chaleur

Filtres

Régulation

Comment choisir le groupe?

Débit d'air à réaliser

- Exemple: 203 m³/h

Perte de pression du réseau

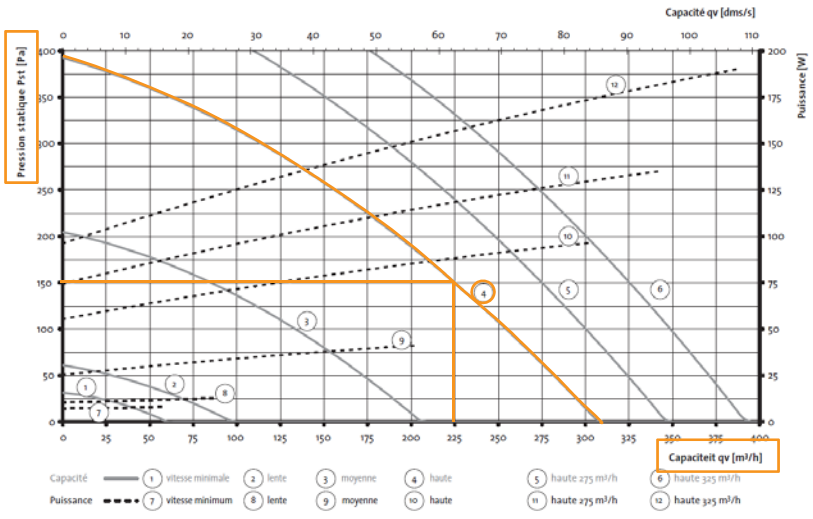
- Exemple: 125 Pa

Caractéristiques techniques des groupes

- Fiches techniques

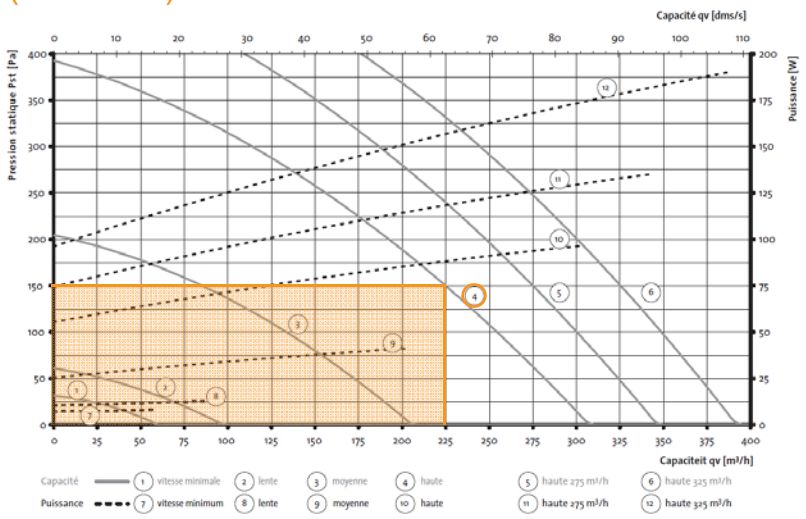
Courbe caractéristique d'un ventilateur

Vitesse 4 : 225 m³/h → 150 Pa



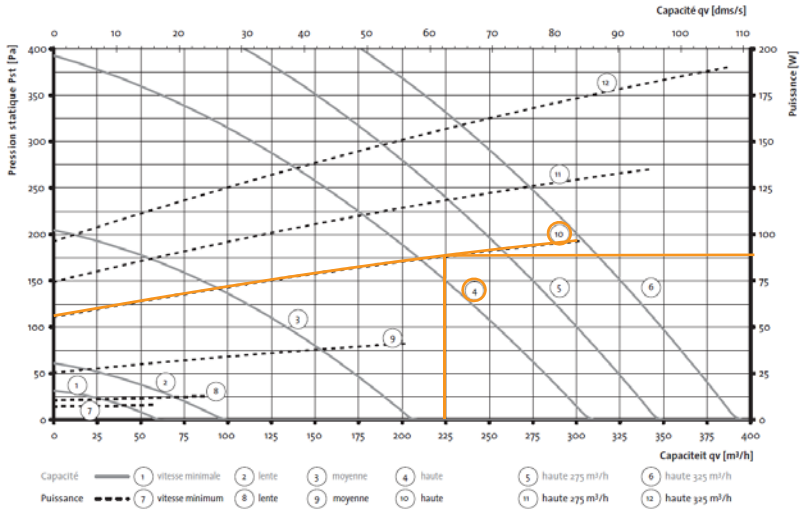
Puissance utile

(225/3600) x 150 = 9.4 W



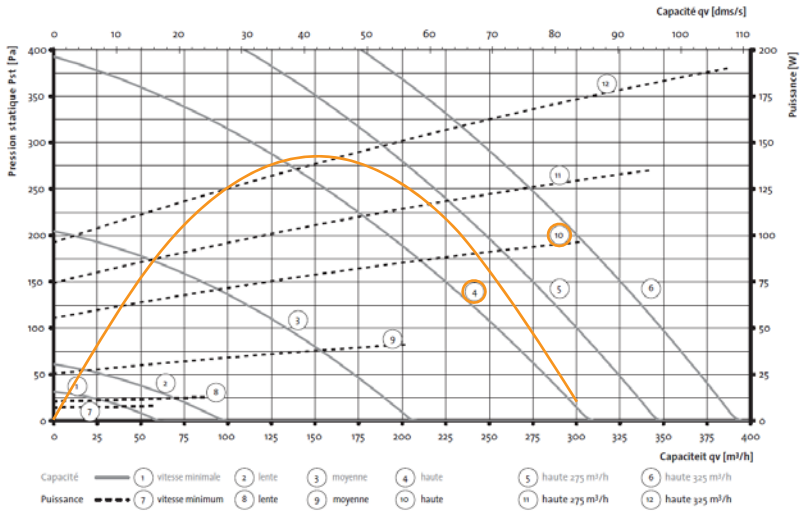
Puissance électrique absorbée

225 m³/h → 87 W (pour 2 ventilateurs)

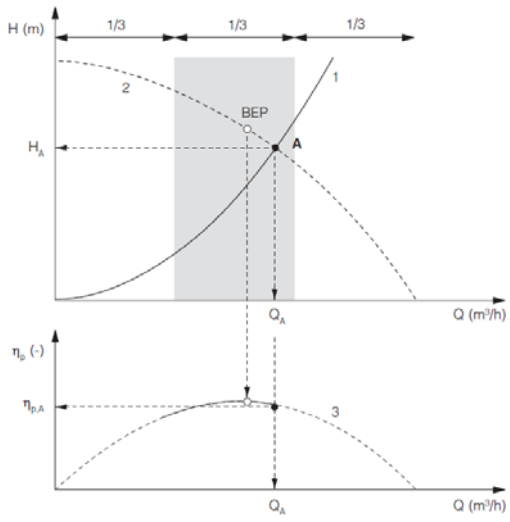


Rendement des ventilateurs

225 m³/h → 9.4 W x 2 / 87 W = 22%



Rendement des ventilateurs

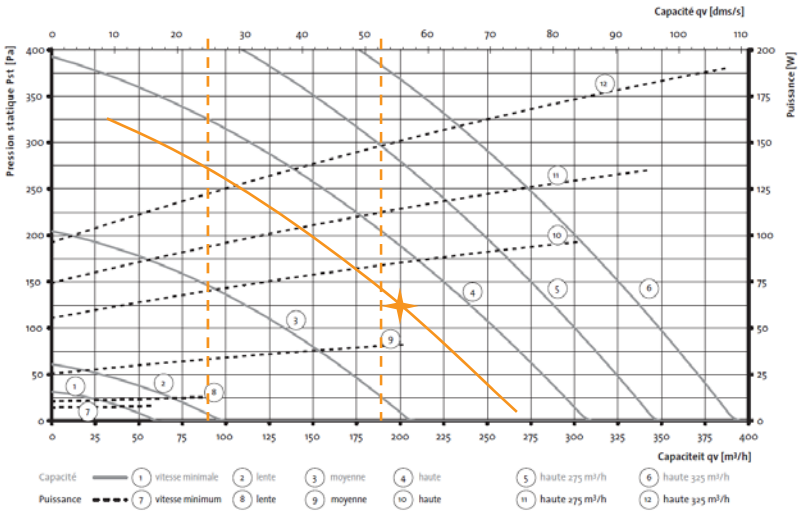


Rendement maximal vers la moitié de la courbe

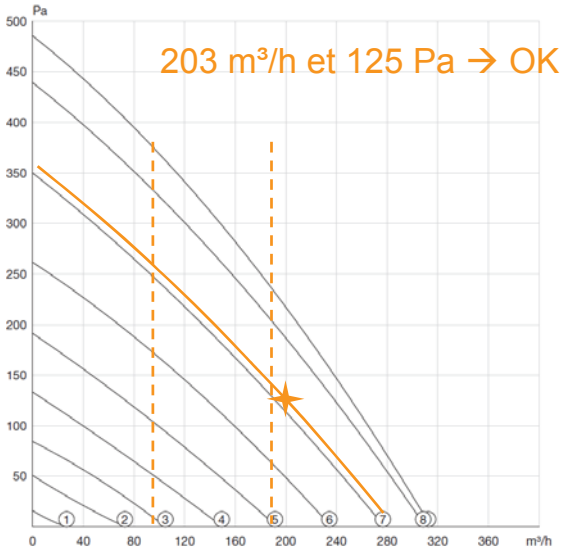
Rendement acceptable dans le 1/3 du milieu

Peut-on choisir ce groupe?

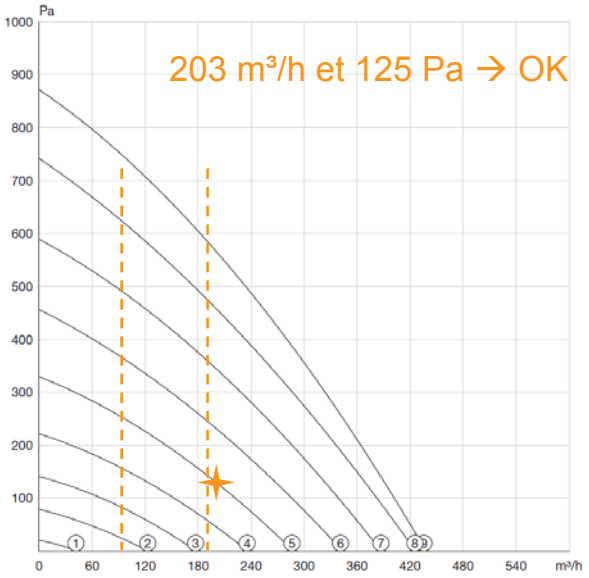
203 m³/h et 125 Pa → OK



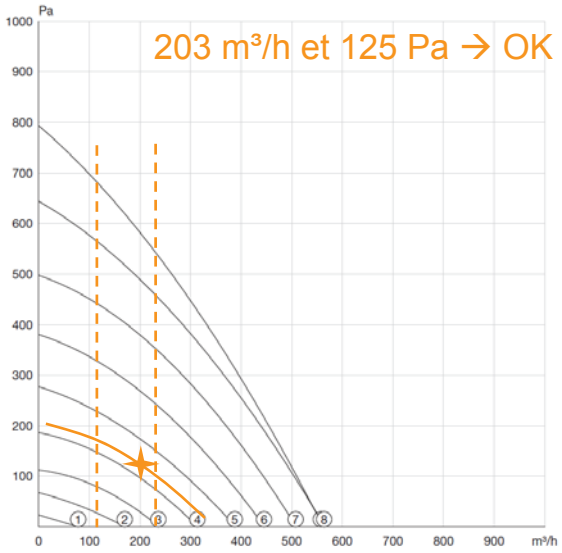
Peut-on choisir ce groupe?



Peut-on choisir ce groupe?



Peut-on choisir ce groupe?



Autres caractéristiques des groupes

- Prix
- Ventilateurs
- Échangeur de chaleur
- Filtres
- Régulation
- By-pass

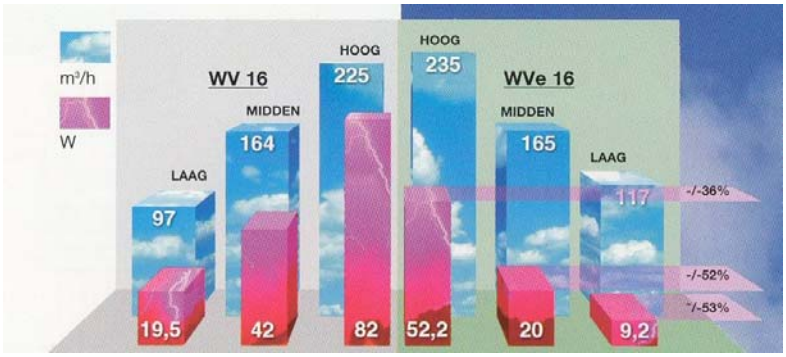
Données reconnues – www.epbd.be

Classification produit		Ventilateur 1		Ventilateur 2		Récupération de chaleur											
		Type moteur	Puissance maximale ventilateur $P_{elec,fan}$ [W]	Type moteur	Puissance maximale ventilateur $P_{elec,fan}$ [W]	Rendement au débit 1 $\eta_{t,epb}$ [%]	à un débit = ou < à [m³/h]	Rendement au débit 2 $\eta_{t,epb}$ [%]	à un débit = ou < à [m³/h]	Rendement au débit 3 $\eta_{t,epb}$ [%]	à un débit = ou < à [m³/h]	Rendement au débit 4 $\eta_{t,epb}$ [%]	à un débit = ou < à [m³/h]	Rendement à un débit plus élevé que l'essai $\eta_{t,epb}$ [%]	à un débit = ou < à [m³/h]	Régulation automatique	By-Pass été
4.4.2	Double flux avec RC	DC	73	DC	73	81%	80	79%	126	-	-	-	-	75%	180	non	Pas de by-pass
4.4.2	Double flux avec RC	DC	98	DC	98	82%	93	81%	135	79%	216	-	-	75%	300	non	Pas de by-pass
4.4.2	Double flux avec RC	DC	98	DC	98	82%	93	81%	135	79%	216	-	-	75%	300	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	163	DC	163	81%	135	79%	216	75%	342	-	-	72%	400	non	Pas de by-pass
4.4.2	Double flux avec RC	DC	163	DC	163	81%	135	79%	216	75%	342	-	-	72%	400	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	97	DC	97	86%	60	81%	239	78%	422	-	-	-	-	oui	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	40	DC	40	87%	93	86%	108	85%	132	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	65	DC	65	89%	121	82%	170	-	-	-	-	78%	250	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	114	DC	114	84%	253	82%	303	81%	352	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	116	DC	116	84%	352	83%	402	82%	454	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	170	DC	170	82%	453	81%	501	80%	548	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.1	Simple flux	DC	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.4.2	Double flux avec RC	DC	445	DC	445	77%	805	-	-	-	-	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	763	DC	763	78%	1185	77%	1504	-	-	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	760	DC	760	78%	2189	-	-	-	-	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	1388	DC	1388	79%	2642	78%	3286	-	-	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	1600	DC	1600	80%	4388	-	-	-	-	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	2050	DC	2050	79%	5949	-	-	-	-	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	63	DC	63	84%	201	82%	251	-	-	-	-	-	-	non	Pas de by-pass
4.4.2	Double flux avec RC	DC	64	DC	64	91%	137	90%	209	88%	280	-	-	-	-	non	By-pass complet
4.4.2	Double flux avec RC	DC	157	DC	157	85%	322	83%	370	82%	414	-	-	-	-	non	By-pass complet

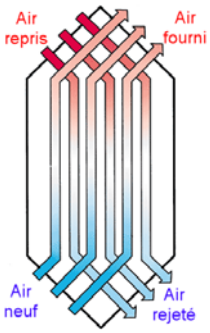
Ventilateur

Consommation électrique

- Courant alternatif / continu



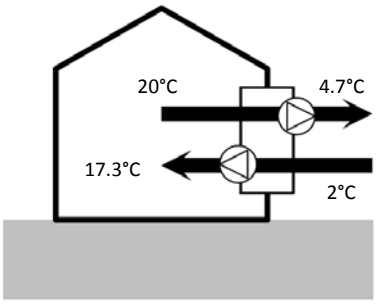
Echangeur de chaleur



Récupération d'une grande partie de la chaleur de l'air repris

- Préchauffage de l'air neuf
- Économies d'énergie
- Rendement jusque 90%

Echangeurs de chaleur

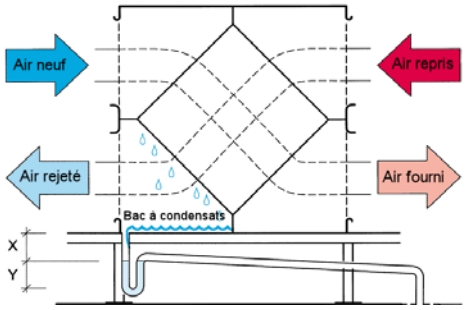


Calculs
(1ère approximation – air sec)

- Air extérieur froid 2°C
- Air intérieur chaud 20°C
- Rendement 85%

- (20 – 2) x 85% = 15.3°C
- 2 + 15.3 = 17.3°C
- 20 - 15.3 = 4.7°C

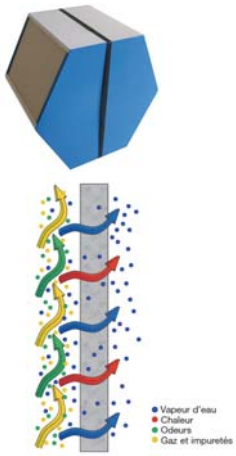
Evacuation des condensats



Les groupes avec échangeur de chaleur sont équipés d'une évacuation des condensats

- Prévoir un raccordement à l'égout avec siphon

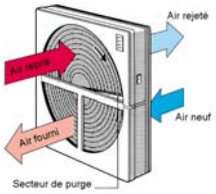
Récupération de l'humidité



Membrane polymère perméable à la vapeur d'eau

- Peut limiter le problème d'air intérieur trop sec (climat froid et sec)
- Peut limiter les coûts de déshumidification (climat chaud et humide)
- Peut engendrer un air intérieur trop humide

Echangeur de chaleur rotatif



Système plus compact

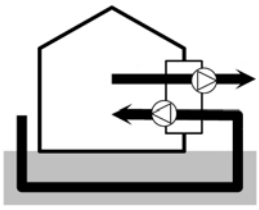
- Intéressant pour les très grands débits

Récupération d'humidité

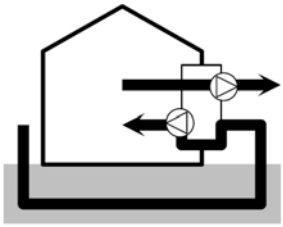
Transfert de polluants possible

Moteur électrique complémentaire

Echangeur de chaleur sol / air



Préchauffage hivernal



Rafraichissement estival

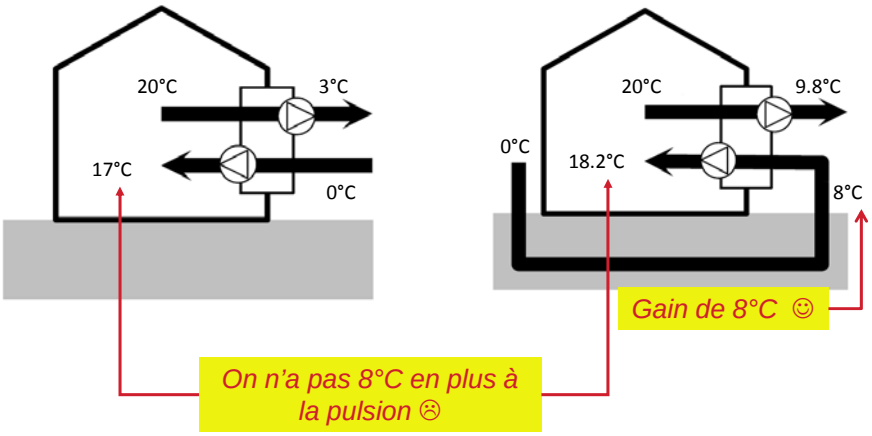
Echangeur de chaleur sol / air

Échangeur géothermique

Puits canadien

Préchauffage hivernal

Echangeur de chaleur: 85% de rendement



Calcul du gain

Puits canadien uniquement $\Delta P_{pc} = c\dot{m}_0 \left(T_{pc} - T_{ext}\right)$

Échangeur uniquement $\Delta P_{rec} = c\dot{m}_0 \eta \left(T_{bat} - T_{ext}\right)$

Échangeur + puits canadien

$$\begin{aligned} \Delta P_{pc+rec} &= \Delta P_{pc} + \Delta P_{rec} \\ &= c\dot{m}_0 \left(T_{pc} - T_{ext}\right) + c\dot{m}_0 \eta \left(T_{bat} - T_{pc}\right) \end{aligned}$$

Gain net du puits canadien

$$\begin{aligned} \Delta P_{pc,net} &= \Delta P_{pc+rec} - \Delta P_{rec} \\ &= (1-\eta) c\dot{m}_0 \left(T_{pc} - T_{ext}\right) \\ &= (1-\eta) \Delta P_{pc} \end{aligned}$$

c: chaleur massique

m_0: débit d'air

η: Rendement échangeur

Un exemple ...

Janvier – 292 m³/h – échangeur 90%
L: 30 m P: 1.5 m D: 0.16 m
T_{ext} 3.2°C – T_{pc} 9.7°C – T_{bat} 20°C

Puits canadien uniquement

- 0.34 x 292 x (9.7 – 3.2) = 646 W

Échangeur uniquement

- 0.34 x 292 x 0.9 x (20 – 3.2) = 1501 W

Gain par échangeur + puits canadien

- 0.34 x 292 x (9.7 – 3.2) + 0.34 x 292 x 0.9 x (20 – 9.7) = 1566 W

Gain net du puits canadien

- (1- 0.9) x 0.34 x 292 x (9.7 - 3.2)= 65 W

Gain de 4%

Un autre exemple ...

Avril – 292 m³/h – échangeur 90%
L: 30 m P: 1.5 m D: 0.16 m
T_{ext} 16°C – T_{pc} 8°C – T_{bat} 20°C

Gain par puits canadien uniquement

- 0.34 x 292 x (8 – 16) = -794 W

Gain par échangeur uniquement

- 0.34 x 292 x 0.9 x (20 – 16) = 357 W

Gain par échangeur + puits canadien

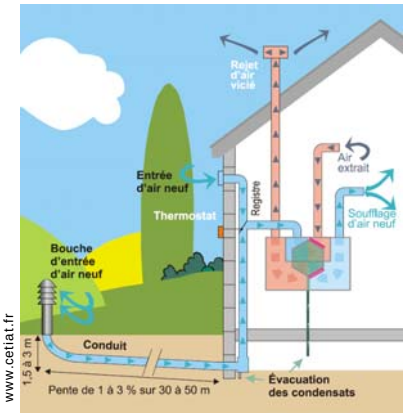
- 0.34 x 292 x (8 – 16) + 0.34 x 292 x 0.9 x (20 – 8) = 278 W

Gain net du puits canadien

- (1- 0.9) x 0.34 x 292 x (8 - 16)= -79 W

Perte de 22%

Prise d'air directe et régulation

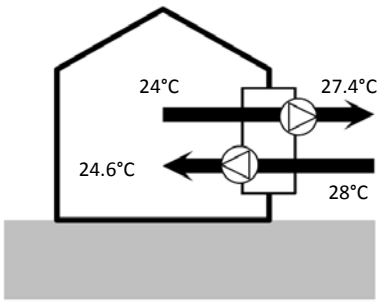


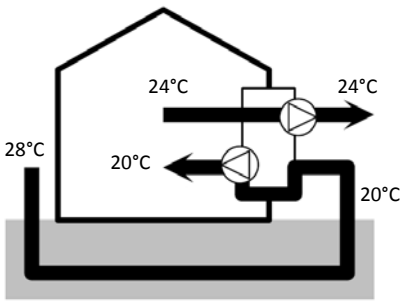
Nécessité d'un by-pass avec prise d'air directe

- Régulation automatique du choix de l'entrée d'air
- Régulation automatique du débit d'air
  - Perte de pression différente entre les 2 prises d'air
- Régulation également nécessaire avec échangeur géothermique

Rafraichissement estival

L'échangeur sol / air et le by-pass de l'échangeur permettent de profiter d'un rafraichissement de l'air





Rafraichissement estival

Le rafraichissement est limité par le débit d'air

Puissance = 0.34 Q ΔT

- Exemple:
  Juillet - T_{ext} 30°C - T_{pc} 15°C
  0.34 x 292 x (30 – 15) = 1489 W

La puissance de rafraichissement
est répartie sur tous les locaux secs

- Séjour 124 m³/h → 632 W
- Chambre 55 m³/h → 280 W

Condensation interne

En été la vapeur d'eau contenue dans l'air peut se condenser sur les parois froides du puits canadien

- Extérieur: 28°C et 60% HR
- Point de rosée: 19.5°C
- Si la température du sol est de 15°C, par exemple, de la condensation va se former
- Quid de l'évacuation des condensats?
- Quid de la salissure des parois (poussière, pollen, spores de moisissure...)?
  - Adhérence sur les parois humides?
- Quid de l'hygiène et de la qualité de l'air?

Echangeur de chaleur sol / air

Avantages

- Peut entraîner une légère augmentation de la température de l'air pulsé en hiver
- Permet de garder l'échangeur hors gel

Inconvénients

- Peut entraîner une légère diminution de la température de l'air pulsé en mi-saison
- Investissement complémentaire
- Pertes de pression complémentaires
- Drainage et nettoyage des conduits souterrains
- Aspect hygiénique des conduits souterrains

Filtration de l'air neuf

Classification des filtres à air

Groupe	Classe
Filtres grossiers	G1
	G2
	G3
	G4
Filtres moyens	M5
	M6
Filtres fins	F7
	F8
	F9

Classes de filtres recommandées

Pour l'air neuf (EN 13379 – Annexe informative)

Tableau A.5 — Classes de filtres minimales recommandées par section de filtrations (définition des classes selon l'EN 779)

Qualité de l'air neuf (voir en 6.2.3)	Qualité de l'air intérieur (voir en 6.2.5)			
	INT 1 (Élevé)	INT 2 (Moyen)	INT 3 (Modéré)	INT 4 (Basse)
ANF 1 (air pur)	F9	F8	F7	F5
ANF 2 (poussière)	F7+F9	F6+F8	F5+F7	F5+F6
ANF 3 (concentration très élevée)	F5+GF+F9[a]	F5+GF+F9[a]	F5+F7	F5+F6

[a] GF = Filtre à gaz (filtre à charbon) et/ou filtre chimique.

Pour l'air intérieur

- Filtre grossier pour protéger le ventilateur et l'échangeur de chaleur

Entretien du groupe

Il faut pouvoir accéder au groupe et l'entretenir:

- Remplacement des filtres
- Nettoyage de l'échangeur
- Dépoussiérage des ventilateurs
- …

Entretien et remplacement des filtres

Mode d'emploi fourni avec le groupe

Filtres aisément accessibles sans démontage

Fourniture de filtres de rechange au moment de l'installation

By-pass

Contournement de l'échangeur pour l'été

- Pas de réchauffement de l'air frais extérieur par l'air chaud intérieur

Capacité de rafraichissement limitée par le débit d'air

Position de la prise d'air frais

Le plus loin possible de toute source de pollution

- Conduit de fumée
- Rejet d'air vicié
- Event d'égout
- Parking
- Rue passante…

Tenir compte de la hauteur de neige

Position de la prise d'air frais

Trop proche
du rejet d'air vicié

- Les odeurs de toilette et de cuisine sont directement réexpédiées dans les chambres et le salon

Position de la prise d'air frais

Emplacement
incorrect dans un
espace non dégagé

Position du rejet d'air vicié

Le plus haut possible

Le plus loin possible des portes, fenêtres et prises d'air frais

Position du rejet d'air vicié

Rejet d'air pollué sur le « trottoir »

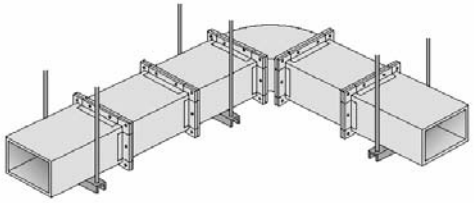
Conduits de ventilation

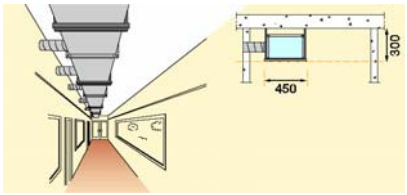
Ils prennent plus de place que les tuyaux de chauffage

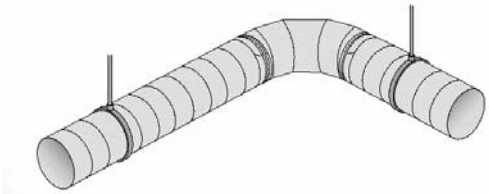
Ils doivent être étudiés et installés de manière professionnelle

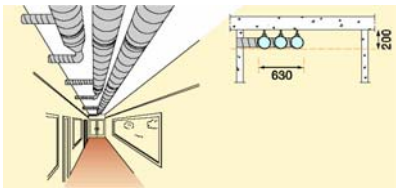
Conduits rigides

Forme des conduits







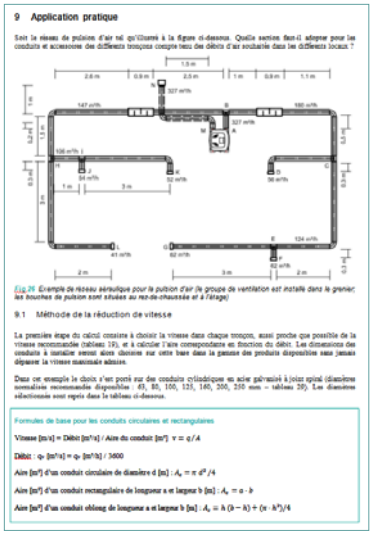


Conduits semi flexibles

Conduits flexibles

Pas adaptés
à un travail
professionnel

Dimensionnement des conduits



9 Application pratique

Soit le réseau de pulsion d'air tel qu'illustré à la figure ci-dessous. Quelle section faut-il adopter pour les conduits et accessoires des différents tronçons compte tenu des débits d'air souhaités dans les différents locaux ?

Fig.29. Exemple de réseau aéraulique pour la pulsion d'air (le groupe de ventilation est installé dans le grenier, les bouches de pulsion sont situées au rez-de-chaussée et à l'étage)

9.1 Méthode de la réduction de vitesse

La première étape du calcul consiste à choisir la vitesse dans chaque tronçon, aussi proche que possible de la vitesse recommandée (tableau 18), et à calculer l'aire correspondante en fonction du débit. Les dimensions des conduits à installer seront alors choisies sur cette base dans la gamme des produits disponibles sans jamais dépasser la vitesse maximale admise.

Dans cet exemple le choix s'est porté sur des conduits cylindriques en acier galvanisé à joint spiné (diamètres nominaux recommandés disponibles : 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250 mm – tableau 20). Les diamètres sélectionnés sont repris dans le tableau ci-dessous.

Formules de base pour les conduits circulaires et rectangulaires

Vitesse [m/s] = Débit [m³/s] / Aire du conduit [m²] : $v = q/A$

Débit : q_v [m³/s] = q_v [m³/h] / 3600

Aire [m²] d'un conduit circulaire de diamètre d [m] : $A_c = \pi \cdot d^2/4$

Aire [m²] d'un conduit rectangulaire de longueur a et largeur b [m] : $A_r = a \cdot b$

Aire [m²] d'un conduit oblong de longueur a et largeur b [m] : $A_o = b \cdot (b - h) + (\pi \cdot b^2)/4$

Nouveau
Rapport CSTC

- Publication prévue pour fin 2013

Règles générales

Pas d'improvisation sur chantier

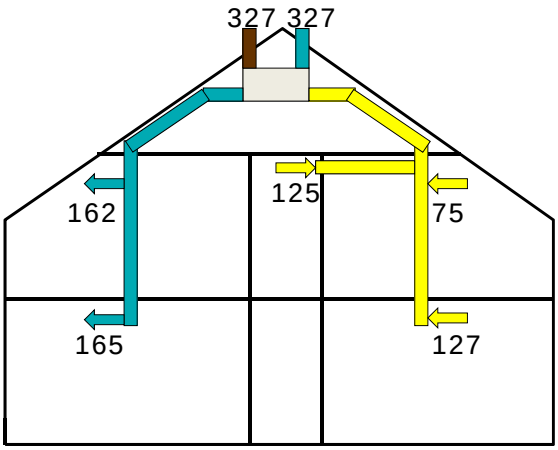
Choisir l'emplacement du groupe

Choisir le nombre
et l'emplacement des bouches

Tracer un schéma de l'installation

- Viser un équilibre géométrique des différentes branches

Exemple sans recyclage



Séjour: +124 m³/h

Bureau: +41 m³/h

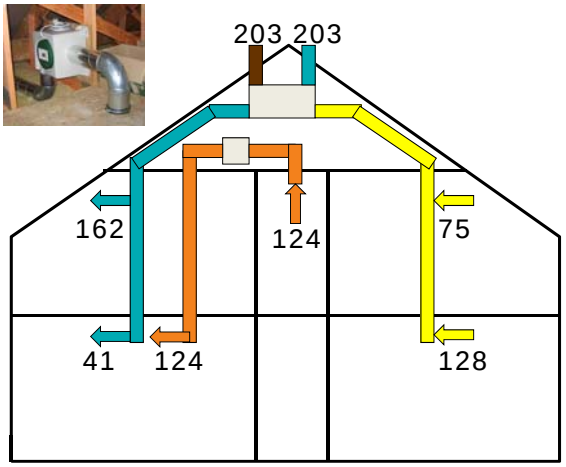
Chambres: +162 m³/h

Cuisine, buanderie,
WC: -127 m³/h

Bains / WC: -75 m³/h

Equilibrage: -125 m³/h

Exemple avec recyclage



Séjour: +124 m³/h

Bureau: +41 m³/h

Chambres: +162 m³/h

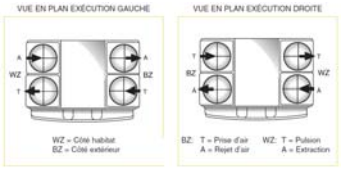
Cuisine, buanderie, WC: -128 m³/h

Bains / WC: -75 m³/h

Equilibrage: -124 m³/h

Conception du système

Pourquoi ne pas finir le raccordement en conduits rigides?



Groupes disponibles en exécution gauche ou droite

Dimensions des conduits

Limiter la vitesse de l'air

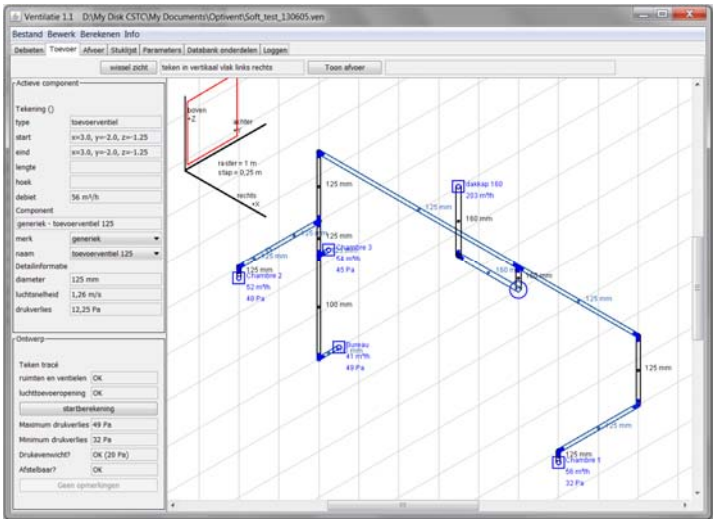
Tableau 19 Vitesses d'air recommandées et maximales dans les conduits aérauliques

	Habitations		Bureaux, écoles	
	Recommandé [m/s]	Maximal [m/s]	Recommandé [m/s]	Maximal [m/s]
Tronçon initial (s'il ne passe pas dans des zones occupées)	4	6	6	8
Tronçon passant dans des zones occupées	3	4	4.5	6
Tronçon terminal	1.5	2	2	4

Limiter les pertes de pression

- Résidentiel: entre 0.7 et 1 Pa/m

Outil de calcul – www.optivent.be

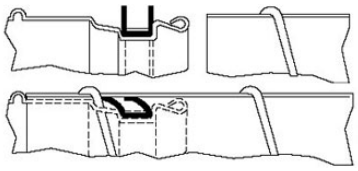


Etanchéité à l'air des conduits

Les conduits doivent être étanches à l'air

- Pour avoir assez de débit dans les locaux à ventiler
- Pour ne pas devoir surdimensionner le ventilateur pour compenser les fuites

Etanchéité à l'air des conduits



Bonne pratique

- Accessoires équipés de joints montés en usine

Étanchéité à l'air du bâtiment

Prévoir comment rendre étanche tous les percements de l'enveloppe du bâtiment

Étanchéité à l'air du bâtiment

Espace suffisant entre les conduits pour permettre la mise en œuvre des produits d'étanchéité

Clapets de fermeture

Sur la prise d'air frais
et le rejet d'air vicié

Permet d'obturer
le système de ventilation

- En cas de pollution extérieure
- Lors de la mesure de l'étanchéité à l'air du bâtiment

Hygiène

Veiller à la propreté
des conduits
et accessoires

- Transport
- Stockage
- Installation

Hygiène

Obturer les conduits

- Bouchons
- Film plastique

Vérifier la propreté des accessoires avant l'installation

Ne pas faire fonctionner avant la fin des travaux

Découpe des conduits

Outils adaptés

- Sécurité
- Rapidité
- Confort
- Découpe nette
- Propreté

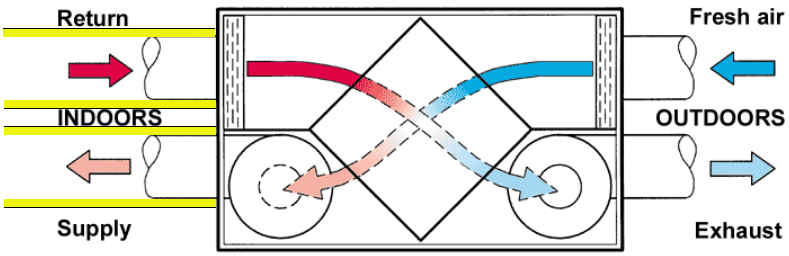
Découpe des conduits

Outils inadaptés

- Danger
- Lenteur
- Inconfort
- Découpe imprécise
- Salissure du conduit

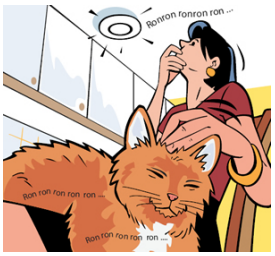
Isolation thermiques des conduits

Si on souhaite récupérer la chaleur
de l'air repris et la transférer à l'air neuf,
il faut éviter de la perdre en chemin … !



Isolation thermiques des conduits

Atténuateurs de son



Sans précautions particulières:

- Le bruit des ventilateurs peut se transmettre via les conduits
- Le son (conversations, musique …) peut se transmettre d'un local à l'autre via les conduits

Atténuateurs de son

A installer sur la pulsion et l'extraction

Valeurs cible

- Chambre ≤ 27 dB
- Séjour ≤ 30 dB
- Bureau ≤ 30 dB
- Cuisine ≤ 35 dB
- Salle de bains ≤ 35 dB

Principe de calcul

Spectre acoustique du ventilateur

- Spectre acoustique de l'atténuateur

= Spectre résultant

- Calcul du niveau de puissance acoustique pondéré

Niveau de puissance acoustique pondéré

- Atténuation du réseau (15 à 20 dB)

= Niveau obtenu

Exemple

Niveau de puissance acoustique Lw(A)

		63 Hz dB(A)	125 Hz dB(A)	250 Hz dB(A)	500 Hz dB(A)	1000 Hz dB(A)	2000 Hz dB(A)	4000 Hz dB(A)
pulsion	225 m³/h / 150 Pa	48	55	63	69	64	58	52

		Attenuation in dB for centre frequency Hz								
$Ød_1$ nom	l mm	125	250	500	1k	2k	4k	8k	$Ød_y$ mm	m kg
125	600	7	12	23	39	47	32	18	235	5.18

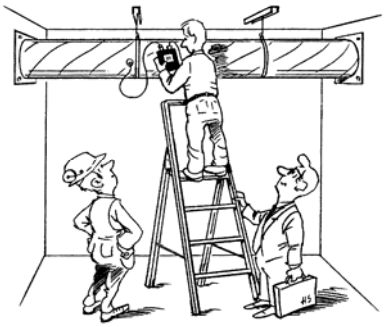
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	48	55	63	69	64	58	52
	0	7	12	23	39	47	32
46	48	48	51	46	25	11	20
-20	Atténuation supposée du réseau						
= 26	dB(A)	OK pour une chambre					

Atténuateurs de son

Pour limiter l'interphonie

Ne pas utiliser systématiquement

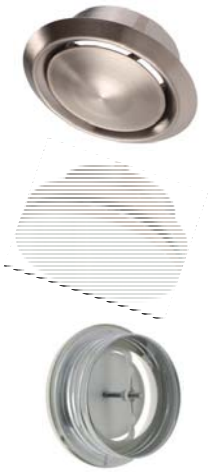
Mesure et réglage sont indispensables



Les systèmes de ventilation ne se règlent pas tout seuls

Pas de réglage possible sans mesures et sans dispositifs de réglage

Bouches de ventilation



Dispositif de réglage

- Nécessaire pour régler le débit souhaité

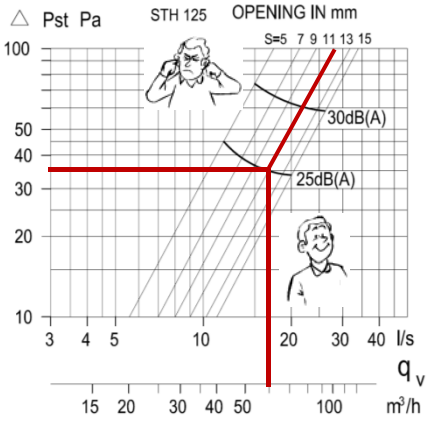
Diffusion de l'air

- Éviter les courants d'air

Esthétique

- Partie visible de l'installation

Bouches de ventilation



Les possibilités de réglage sont limitées pour des raisons acoustiques

Bouche peu recommandable

Bouche fixe

- Pas de réglage possible
- Prévoir un organe de réglage en amont

Bouche à jet direct

- L'air est pulsé directement sur les occupants

Dispositifs complémentaires

Pour équilibrer le réseau quand une branche est trop favorisée

Mesure au niveau des bouches d'air

Appareil à compensation de pression avec grille stabilisatrice

- Compensation de la perte de pression avec un ventilateur intégré à l'appareil
- Mesure fiable dans la plupart des cas

Mesure au niveau des bouches d'air

Appareil à compensation de pression sans grille stabilisatrice

- Compensation de la perte de pression avec un ventilateur intégré à l'appareil
- Mesure fiable en général sauf avec des bouches très fermées

Mesure au niveau des bouches d'air

Anémomètre avec cône de mesure

Bouches d'extraction

- Mesure fiable en général sauf bouches très fermées

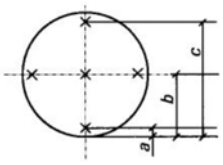
Bouches de pulsion

- Mesure globalement peu fiable

Comment se compliquer la vie?

La mesure peut être rendue très difficile par un mauvais emplacement des bouches

Mesure en conduit rigide



Type de sonde
- Sonde thermique
- Anémomètre
- Tube de Pitot

Longueur droite suffisante nécessaire

Calcul nécessaire

Mesure fiable dans la plupart des cas
- Respect des règles de base

Rapport de mesure et de réglage

Comme pour le réglage d'une chaudière…

Indispensable pour la PEB

http://energie.wallonie.be/fr/les-outils-et-elements-de-calcul.html?IDC=6543

Système de régulation

Faut-il utiliser le chauffage et l'éclairage à pleine puissance tout le temps ?

C'est la même chose pour la ventilation!

Régulation manuelle

Peu recommandable

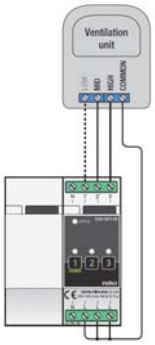
- Risque d'être très vite oubliée et rarement utilisée

Régulation à horloge programmable

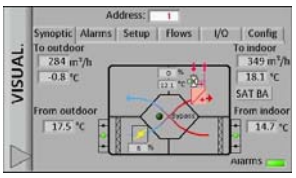
Minimum recommandé

- Pas besoin d'y penser tous les jours
- Économie d'énergie en période d'absence

Régulation indépendante



Régulation à la demande



Régulation en fonction

- de la présence
- de la qualité de l'air
  - Humidité
  - CO_2

Visitez notre site Internet